



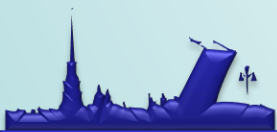
**«Исследование характеристик облаков различных форм применительно к проблеме дистанционного экологического мониторинга земной поверхности»**

*Авторы: кгн Козлова Н.А.,*

*дтн профессор Доронин А.П., ктн доцент Петроченко В.М.*

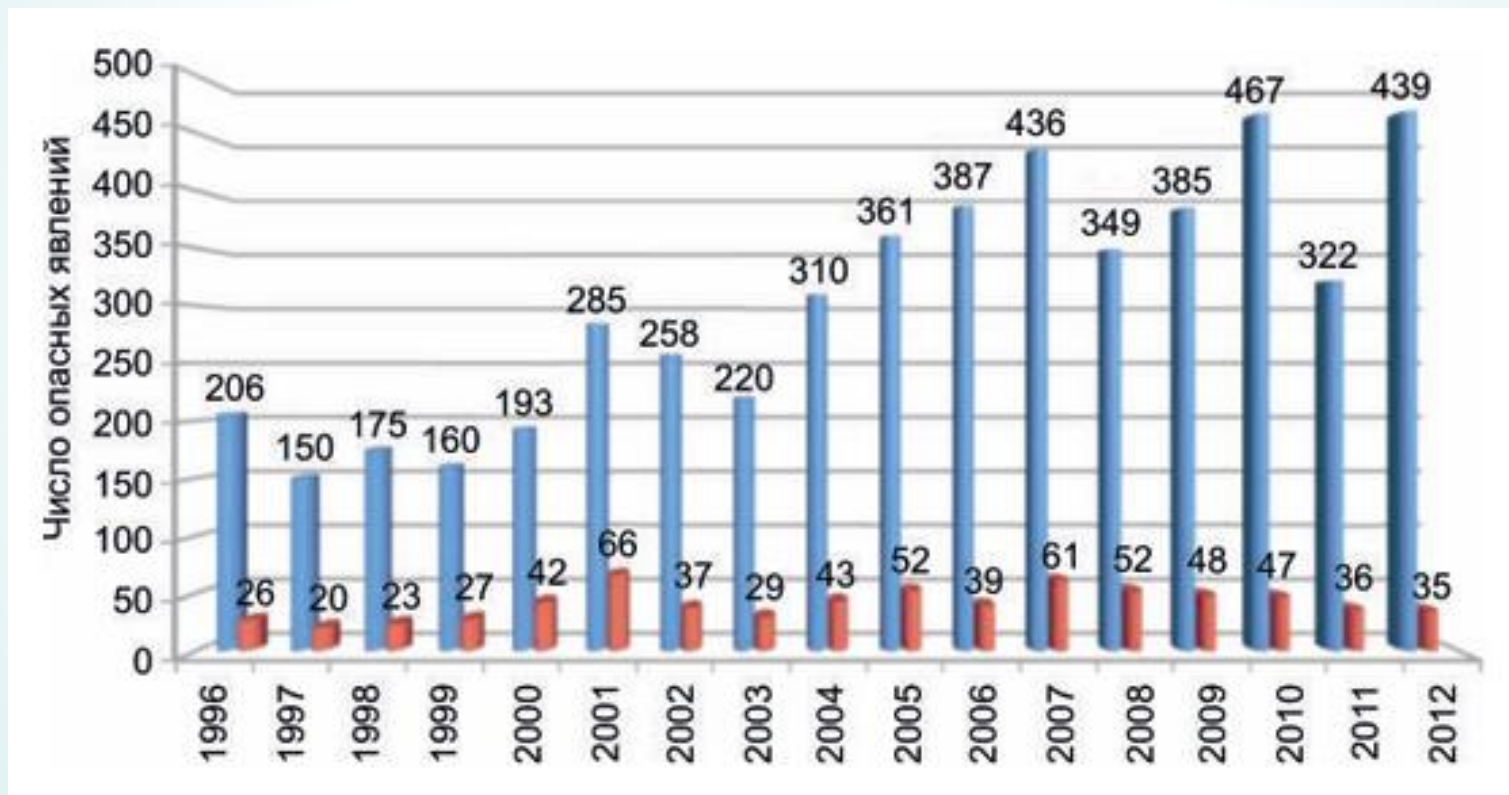
*Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского*

**14-18 ноября 2022 г.**

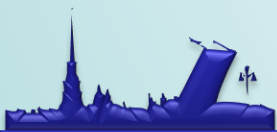




В России и в последние годы отмечается рост на 6-7% опасных явлений погоды (ОЯП) нередко приводящие к гибели людей и наносящих ущерб экономике страны в среднем около 1% валового внутреннего продукта.



Изменение числа опасных явлений, причинивших ущерб, на территории Российской Федерации 1996-2012 гг.





## Классификация облаков по температурному признаку

### ОБЛАКА ЕСТЕСТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

#### ТЕПЛЫЕ ОБЛАКА

наблюдаются при положительных значениях температуры воздуха и состоят из капель воды

{слоистые (*St*), слоисто-кучевые (*Sc*), слоисто-дождевые-слоисто-кучевые (*Ns-Sc*), высоко-кучевые (*Ac*), высоко-слоистые (*As*), кучевые (кучевые плоские (*Ci hum*), кучевые средние (*Ci med*))}

#### ПЕРЕОХЛАЖДЕННЫЕ ОБЛАКА

наблюдаются при отрицательных значениях температуры воздуха и состоят либо из переохлажденных капель, либо из переохлажденных капель и частиц льда

{слоистые (*St*), слоисто-кучевые (*Sc*), слоисто-дождевые (*Ns*), слоисто-дождевые-слоисто-кучевые (*Ns-Sc*), высоко-кучевые (*Ac*), высоко-слоистые (*As*), мощно-кучевые (*Ci cong*), кучево-дождевые (*Cb*)}

#### КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ОБЛАКА

наблюдаются при низких значениях температуры воздуха (ниже минус 30-минус 40<sup>0</sup>С) и состоят из частиц твердой фазы (льда)

{перистые (*Ci*), перисто-слоистые (*Cs*), перисто-кучевые (*Cc*), высоко-слоистые (*As*), слоисто-дождевые (*Ns*)}

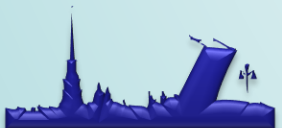
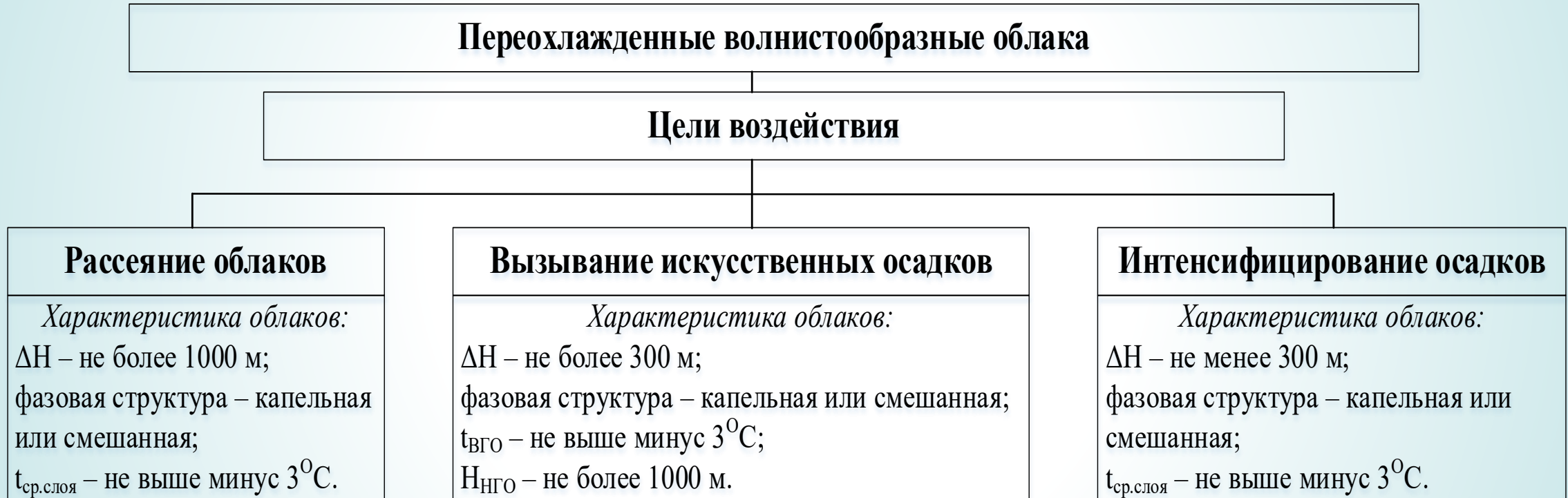


## Относительная повторяемость (%) облачности различных форм в холодное (числитель) и теплое (знаменатель) полугодия

Пункт	Наблюдаются облака							Число подъемов самолетов - зондировщиков
	только St-Sc (одно- и многослойные)	St-Sc в сочетании с Ac	Ns	As	только Ac	только Cu, Cb	Cu, Cb в сочетании с St-Sc, Ac	
Санкт-Петербург	<u>49,6</u>	<u>5,1</u>	<u>22,5</u>	<u>15,4</u>	<u>5,1</u>	<u>1,9</u>	<u>0,4</u>	<u>2182</u>
	26,6	9,6	13,0	11,7	22,2	14,4	2,5	1671



# Критерии пригодности переохлажденных волнистообразных облаков





# Характеристика исходного материала и методика его обработки



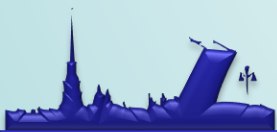
## Протокол самолетного зондирования атмосферы ТАЭ-7,7м

Станция <u>Минск</u> стр. <u>9</u>										Стр. <u>10</u> 1962															
Н	В	Т	Т	U	q	Визуальные наблюдения	Н	В	Т	Т	U	q	Визуальные наблюдения	Н	В	Т	Т	U	q	Визуальные наблюдения					
0.50	943	-0.1		95	3.7								Видна Ясно.	0.22	90	1.53	82	(0.3 / 7.0.4) 10.3	3.00	685	-15.5		87	1.4	
0.88	900	-2.0		95	3.4								Видимость: 0.32 % 0.44 %	10.8	121	0.15	судный	3.54	638	-18.3	0.52	86	1.2	М 75	
1.00	886	-2.6		95	3.3		1.23	72	2.10	7.6			плотности в тропосфере,	4.00	600	-21.2		82	1.0						
1.20	864	-3.6	0.50	96	3.3		Смесь: 10 МЗ, в 1.90, 1.2.58						капельные. Нп каровная	4.60	552	-24.9	0.62	77	0.7						
1.33	850	-4.5		96	3.1		неплотная до 1.22						с обрывками, вп холмистая	5.00	522	-27.9		76	0.6						
1.50	832	-5.7		95	2.9		Об 1.90 до 0.22 8'						Об 1.21 до 1.53 обледенение	5.31	500	-30.2		76							
1.80	800	-7.8		94	2.4		Об 0.58 до 0.22 *						слабок - 0.3 м/мин, вращатель	5.70	473	-33.1	0.75	75		МЖ, М334					
2.00	780	-9.2		93	2.2		на 0.40 отдельные рваные						формы лед прозрачные,	6.00	454	-35.3		73							
2.10	770	-9.9	0.70	93	2.2	ко, М783	облака.						злазды, толщ. 0.5,	6.08	448	-35.9	0.74	72							
2.15	765	-9.4	(1.00)	83	1.9								1.21 - вода, 1.53 - М100.												
2.84	700	-14.4		73	1.2								на 10.63 у горизонта М5												
3.00	685	-15.6		70	1.2		21.1	16.9					Виде 3 С												
3.19	668	-17.0	0.73	67	1.0		270.12	10/10	8				Видимость: 0.32 % 1/15												
3.95	603	-21.6	0.61	62	0.7		0.22	983	2.4	81	3.7		1.21 - 9/1, 1.53 - 1/6												
3.99	600	-21.6		62	0.7		0.50	949	0.1	87	3.5		Смесь: 10 МЗ, в 1.78, 1.1.22												
4.00	599	-21.6		62	0.7		0.92	900	-3.3	95	3.1		вп холмистая облака												
4.01	598	-21.6	(0.00)	62	0.7		1.00	892	-4.0	96	3.0		средней плотности												
4.39	588	-25.2	0.95	60	0.5		1.21	869	-5.7	0.82	100	2.8	Об 1.28 до 0.22 5.2												
5.00	522	-29.7		56	0.4		1.38	850	-6.5	100	2.7		26.1	04.8											
5.70	500	-32.0		54			1.50	837	-7.2	100	2.7		068.5	10/10	МЗ, Филе *										
5.82	464	-35.8	0.74	57			1.53	834	-7.3	0.50	100	2.6		0.22	981	-2.5	87	2.8							
							1.61	825	-5.0	(2.88)	88	2.8		0.50	947	-4.7	90	2.5							
							1.82	803	-5.9	0.43	55	1.6		0.54	942	-5.0	0.78	91	2.5	Филе					
							1.85	800	-6.1		54	1.6		0.68	926	-4.4	-0.43	91	2.7						
							2.00	785	-7.1		48	1.4		0.90	900	-5.6		92	2.5						
							2.42	747	-9.8	0.65	32	0.8		1.00	889	-6.2		92	2.5						
							2.89	700	-13.3		30	0.6		1.11	876	-6.8	0.56	92	2.4						
							3.00	690	-14.1		29	0.5		1.21	865	-6.1	-0.70	92	2.5						
							3.37	656	-16.8	0.74	27	0.4		1.35	850	-6.8		92	2.5						
							3.63	637	-17.1	0.12	24	0.4		1.49	835	-7.5	0.50	91	2.4	МЗ, М357					
							4.00	605	-18.7	(20)	0.3			1.50	834	-7.6		91	2.4						
							4.04	600	-18.9	(20)	0.3			1.82	800	-10.0	0.76	83	1.8	М357					
							4.41	571	-20.5	0.94	(16)	0.2		1.92	790	-10.0	0.00	82	1.8						
							4.47	566	-19.6	(150)	-			2.00	782	-10.4		82	1.8						
							5.00	527	-23.7		-			2.75	708	-14.2	0.57	87	1.5	М353					
							5.38	500	-26.6	0.77	-			2.84	700	-14.7		87	1.5						
							6.00	458	-31.7		-														
							6.11	451	-32.6	0.82	-														



## Повторяемость (%) одно- и многослойных волнистообразных облаков над Санкт-Петербургом

Сезон	Число облачных слоев				Число подъемов самолетов-зондировщиков
	один	два	три	четыре	
Зима	88,6	11,2	0,2	-	437
Весна	88,2	11,8	-	-	203
Лето	88,1	11,9	-	-	101
Осень	89,0	10,4	0,3	0,3	373

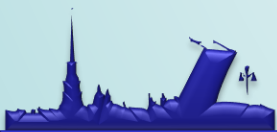




## Повторяемость (%) одно- и многослойных волнистообразных облаков над Санкт-Петербургом



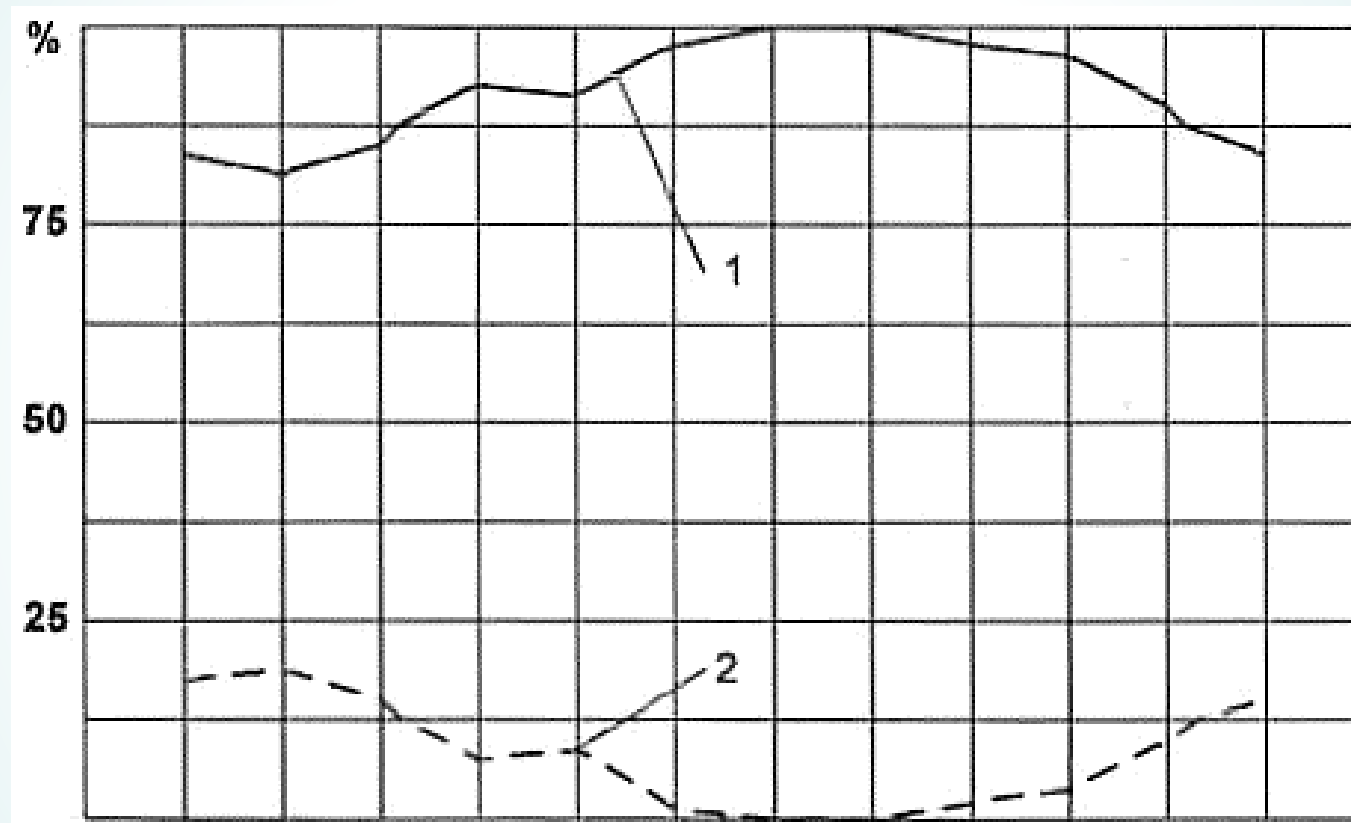
А – холодное полугодие, Б – теплое полугодие



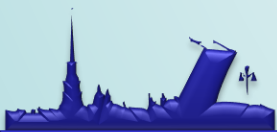




## Повторяемость (%) фазового состояния волнистообразных облаков (г. Санкт-Петербург)

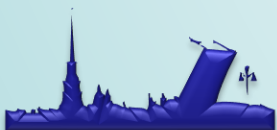
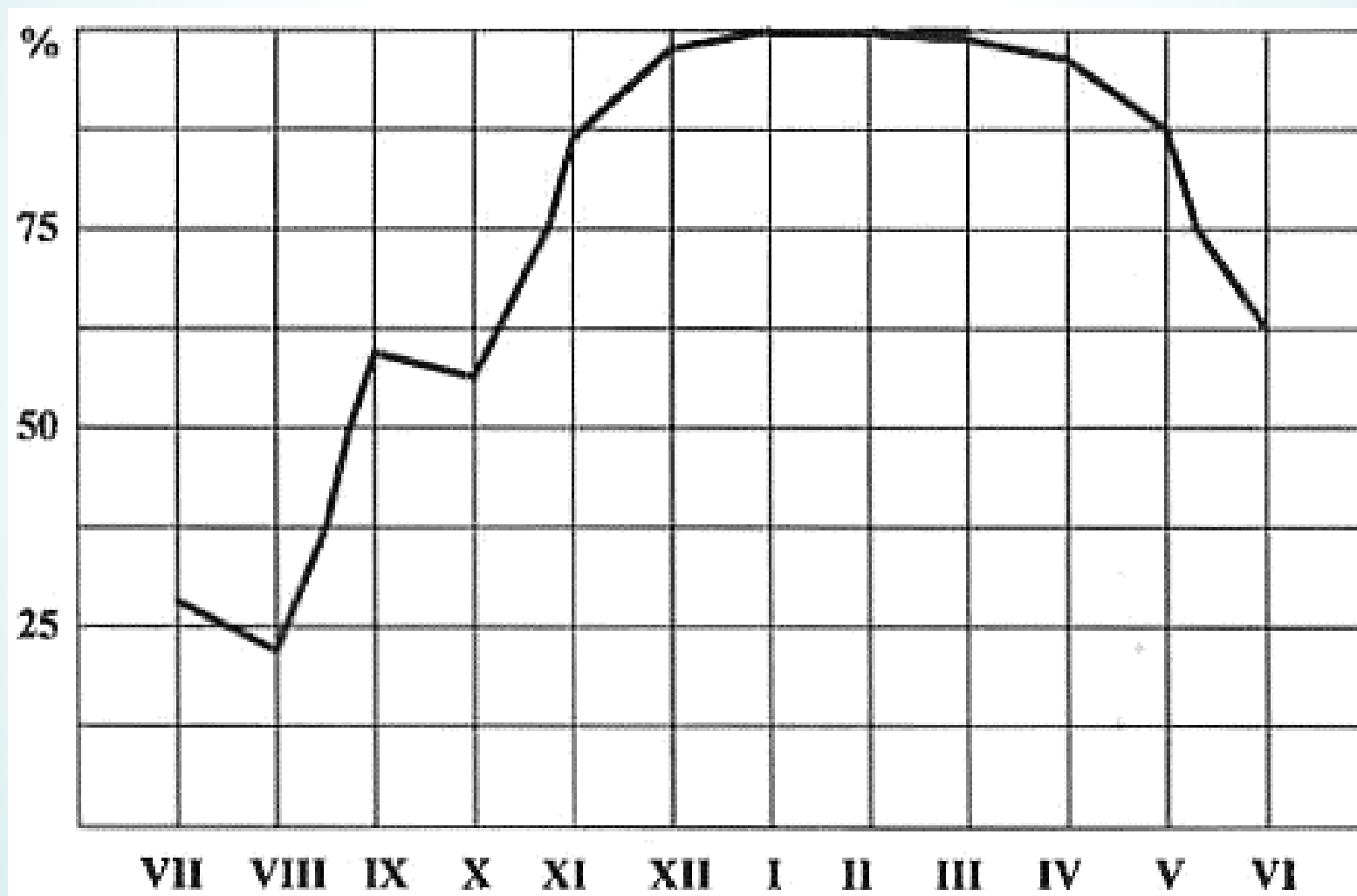


**1 – жидко-капельная фаза; 2 – смешанная фаза**





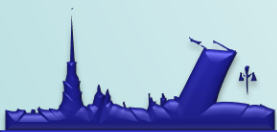
## Повторяемость (%) переохлажденных однослойных волнистообразных облаков (г. Санкт-Петербург)





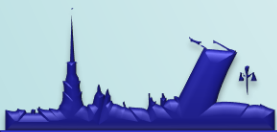
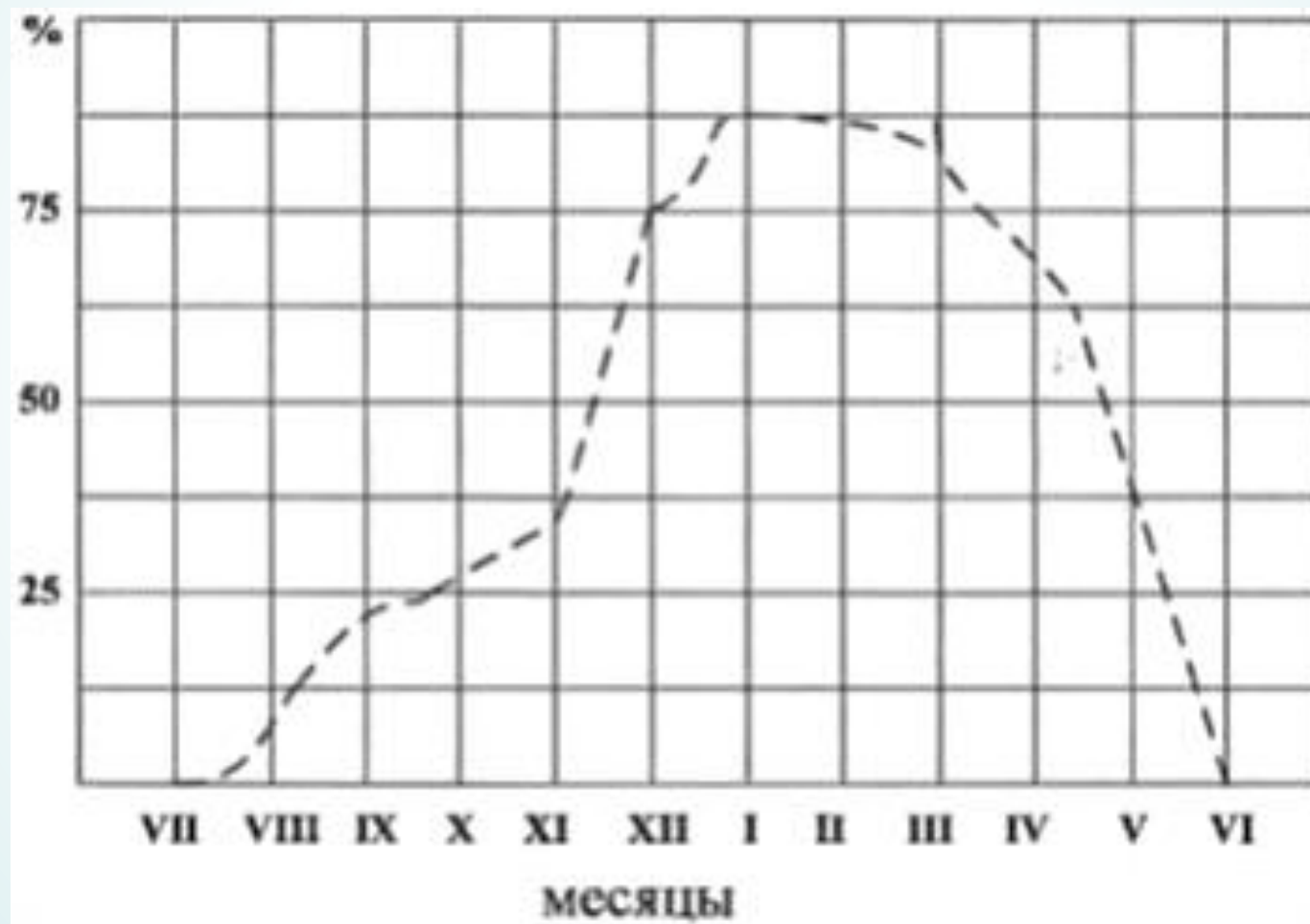
## Средние значения вертикальной протяженности (км) волнистообразных облаков (без осадков) над Санкт-Петербургом

Виды облаков	Сезон			
	зима	весна	лето	осень
Волнистообразные	0,45	0,43	0,44	0,46





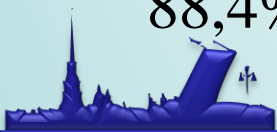
## Оценки (%) пригодности к рассеянию переохлажденных волнистообразных облаков над Санкт-Петербургом





На основании обработки материалов СЗА над г.Санкт-Петербургом установлено, что:

- ✓ волнистообразные облака (ВОБЛ) являются наиболее распространенными. Так, на повторяемость слоистых, слоисто-кучевых облаков, наблюдающихся самостоятельно (без сочетания с другими формами облаков), в холодное полугодие приходится почти 50% (49,6%).;
- ✓ ВОБЛ в большинстве случаев в течение года являются однослойными. На повторяемость таких облаков в холодное полугодие и зимой над СЗР ЕТР приходится более 80%.;
- ✓ ВОБЛ над СЗР ЕТР чаще всего являются жидко-капельными (в холодное полугодие – 64,5%, зимой – 60,3%). Смешанная фаза в таких облаках встречается значительно реже, а кристаллическая – крайне редко (менее 1%).;
- ✓ ВОБЛ над СЗР ЕТР в холодное полугодие также чаще бывают переохлажденными. Так, на повторяемость переохлажденных ВОБЛ в холодное полугодие приходится 88,4%, а зимой – 98,7%.





## ВЫВОДЫ



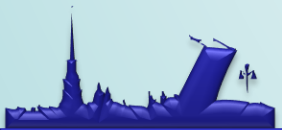
В результате исследования характеристик ВОБЛ над СЗР ЕТР в работе получены количественные оценки пригодности переохлажденных слоистых, слоисто-кучевых облаков к рассеянию с учетом указанного выше критерия. Оказалось, что значения повторяемости пригодных к рассеянию ВОБЛ над СЗР ЕТР составляют в холодное полугодие 79,3%, а зимой – 92,7%.

На основании приведенных в работе данных можно сделать вывод о том, что применение средств рассеяния облаков, установленных на самолетах различных типов (например, АН-12, АН-30, ЯК-42Д и др.), может способствовать повышению качества ДЭМ на больших площадях в условиях наличия облаков различных форм, в частности, волнистообразных (слоисто-кучевых и слоистых) облаков.





В случае проведения аналогичных исследований над другими физико-географическими районами России представится возможным построить карту пригодности волнистообразных облаков к рассеянию и оценить целесообразность применения средств воздействия на облака в том или ином районе применительно к решению задачи не только дистанционного экологического мониторинга, но и других задач (например, улучшение экологической обстановки над крупными городами, проведение поисково-спасательных работ и др.).





**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

